

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 1 L 9/12		G 0 1 L 9/12	2 F 0 5 5
	27/00		4 M 1 1 2
H 0 1 L 29/84		H 0 1 L 29/84	Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-37105

(22) 出願日 平成11年2月16日 (1999.2.16)

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 中尾 知

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72) 発明者 佐藤 昌啓

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(74) 代理人 100092820

弁理士 伊丹 勝

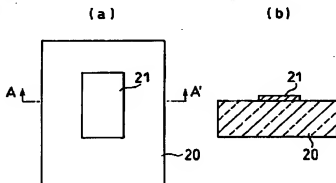
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 静電容量式半導体圧力センサ及びその試験方法

## (57) 【要約】

【課題】 ダイアフラム破損等を光学的に容易に検出できるようにした静電容量式半導体圧力センサを提供する。

【解決手段】 圧力センサ本体1は、シリコンウエハ10の一方の主面に浅い第1の凹部13をエッチング加工し、他方の主面に深い第2の凹部14をエッチング加工して形成されたダイアフラム12とこれに連続する枠体部11を有する。圧力センサ本体1は、その凹部13側を下向きにしてガラス基板20に接合される。ガラス基板20上にはダイアフラム12に対向する電極として透明電極21が形成されている。耐圧試験後のダイアフラム12の破損等は、ガラス基板20の裏面から透明電極21を通して顕微鏡観察により検出する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 透明基板と、

この透明基板の表面にパターン形成された透明電極と、半導体ウェハを加工して形成された厚肉の枠体部とこれに連続する薄肉のダイアフラムとを有し、前記ダイアフラムの一方の面を前記透明電極に対向させて前記枠体部が前記透明基板に接合された半導体圧力センサ本体とを備えたことを特徴とする静電容量式半導体圧力センサ。

【請求項2】 請求項1に記載の静電容量式半導体圧力センサの試験方法であって、前記半導体圧力センサに対して耐圧試験を行った後、前記透明基板の前記ダイアフラムと対向する面とは反対側の側面から観測してダイアフラムの良否を判定することを特徴とする静電容量式半導体圧力センサの試験方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、静電容量式半導体圧力センサに係り、特にチップ分離されていないウェハ段階でのスクリーニングを行うに適した静電容量式半導体圧力センサとその試験方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体圧力センサは、車のタイヤやエンジン、更にボイラーやポンプ等の気圧、水圧等を測定する素子として用いられている。半導体圧力センサは、シリコンを薄く加工したダイアフラムの内外の圧力差によるたわみを利用して、圧力検出を行う。静電容量式圧力センサの場合、ダイアフラムのたわみを検出するために、ダイアフラムに近接して電極を配置して、ダイアフラムと電極との間の容量変化を検出する。

【0003】図9は、静電容量式半導体圧力センサの模式的な断面構造を示している。圧力センサ本体81は、シリコンウェハ82の一方の面に浅い凹部83をエッチング加工し、他方の面に深い凹部84をエッチング加工して、ダイアフラム85とこれに連続する枠体部86を一体形成して得られる。この圧力センサ本体81の凹部83側を、電極91が形成された基板92に接合することによって、圧力センサが構成される。ダイアフラム85は、電極91に対して、第1の凹部83によって決まるギャップをもって対向し、圧力が印加された時のダイアフラム85のたわみによるダイアフラム85と電極91の間の静電容量変化を検出することにより、圧力が測定される。接合によって封止される凹部83を真空とすることにより、絶対圧測定用圧力センサとなる。

【0004】このような半導体圧力センサは通常、半導体ウェハに複数個同時に形成され最終工程で個々のセンサ素子として切断分離される。ウェハから分離されたセンサ素子は、その出力信号を増幅・変換する周辺回路と接続されて、圧力測定に供される。

【0005】半導体圧力センサは、ダイアフラムが薄いほど、たわみが大きく検出感度が高いものとなるが、逆

に強度は低下する。従って、微小な圧力変化を確実に検出でき、しかも高い耐圧力を有する半導体圧力センサを提供するためには、製造工程の最終段階で耐圧試験を行って欠陥が生じた不良品を除き、良品のみを選別するスクリーニングが重要となる。

【0006】従来、半導体圧力センサのスクリーニングは、チップ分離された半導体圧力センサを周辺回路と共に基板等に組み立てた後に、高圧容器に入れて所定の圧力（要求される耐圧レベル）を印加することにより行っていた。高圧印加により、耐圧の低いセンサはダイアフラムが破損して、圧力変化に反応しなくなる。従って耐圧試験後、各圧力センサの出力特性を測定することにより、不良品を排除することができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体圧力センサのスクリーニング試験では、上述のように出力特性の測定により良否判定を行うため、スクリーニング前にセンサ素子を信号処理回路と共に基板に組み立てることが必要であり、スクリーニングで不良が発生すると、出力測定及び組み立て工程が無駄になり、周辺回路やパッケージも無駄になる。このため、スクリーニング試験を行うことで半導体圧力センサの製造コストが高いものとなるという欠点があった。

【0008】これに対して、ウェハ段階で耐圧試験を行って簡単に不良検出ができれば、不良発生による損失を抑えることができる。そのためには、出力応答特性を測定することなく、外観から光学的に不良検出ができれば好ましい。しかし、図8に示すダイアフラム85を上方から光学的に観測しても、ダイアフラムの破損や亀裂を検出することは難しい。これは、ダイアフラム85を形成するための凹部84が深いエッチング加工により形成されるために、ダイアフラム85の表面にはエッチビットや結晶方位に沿った凹凸ライン（dislocation lineと呼ばれる）が形成され、通常の顕微鏡観察ではこれらと破損や亀裂と区別が付きにくいためである。基板側から観測しようとしても、電極91が通常金属膜により形成されるため、観測は妨げられる。

【0009】この発明は、上記事情を考慮してなされたもので、ダイアフラム破損等を光学的に容易に検出できるようにした静電容量式半導体圧力センサを提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明に係る静電容量式圧力センサは、透明基板と、この透明基板の表面にパターン形成された透明電極と、半導体ウェハを加工して形成された厚肉の枠体部とこれに連続する薄肉のダイアフラムとを有し、前記ダイアフラムの一方の面を前記透明電極に対向させて前記枠体部が前記透明基板に接合された半導体圧力センサ本体とを備えたことを特徴とする。

【0011】この発明はまた、このような静電容量式半導体圧力センサの試験方法であって、半導体圧力センサに対して耐圧試験を行った後、前記透明基板の前記ダイアフラムと対向する面とは反対側の面側から観測してダイアフラム面の良否を判定することを特徴とする。

【0012】この発明によると、圧力センサ本体が接合される基板に透明基板を用い、ダイアフラムと対向する電極にも透明電極を用いることにより、基板裏面からダイアフラムを光学的に観察可能としている。半導体ウェハの透明電極側の面に形成される凹部を第1の凹部、これと反対側に形成される凹部を第2の凹部とすると、第1の凹部は浅く、第2の凹部は深くエッチング加工される。ダイアフラムの表面即ち第2の凹部側の面は、深いエッチング加工の結果、凹凸ライン等が形成されて鏡面からは程遠いものとなるが、ダイアフラムの裏面即ち透明電極に対向する第1の凹部側の面は浅いエッチング加工により形成されるため、鏡面に近い平滑面となる。このため、基板側からダイアフラムを観測することにより、ダイアフラムの破損や亀裂を確実に検知することができる。従ってこの発明によると、圧力センサをチップ分離する前に、ウェハ段階で耐圧試験等のスクリーニングを行うことができ、製造コストの低減が図られる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。0.4mm×1.5mmの長方形ダイアフラムを持つ絶対圧測定用の静電容量式の半導体圧力センサを作製した。図1(a)、(b)はその一つの圧力センサの断面図と一部切開して示す斜視図である。圧力センサ本体1は、シリコンウェハ10を加工して形成された、厚肉の枠体部11とこれに連続する薄肉のダイアフラム12を有する。ダイアフラム12は具体的に、シリコンウェハ10の一側の主面に浅い第1の凹部13をエッチング加工し、これに対向して他方の主面に深い第2の凹部14をエッチング加工することにより作られる。第2の凹部14は、第1の凹部13に対して一回り小さい領域に形成される。

【0014】圧力センサ本体1は、その第1の凹部13を下向きにして枠体部11がガラス基板20に接合されている。このガラス基板20への接合工程は真空中で行われ、これにより、ダイアフラム12のガラス基板20側に形成されている凹部13が真空封止されて基準圧力室となる。この様に基準圧力室を真空とした場合、大気中では図に示すように、ダイアフラム12は基準圧力室側に押し込まれた状態にたわんでいる。

【0015】ガラス基板20には、予め、ダイアフラム12に対向する透明電極21、及びこの電極21を覆う絶縁膜22が形成されている。透明電極21は、ダイアフラム12に対向する領域のみに形成することにより、浮遊容量を最小限に抑え、圧力変化を効率よく測定できるようにしている。即ち、透明電極21とダイアフラム

12とがコンデンサを構成し、圧力に応じたギャップの変化による容量変化を検出することで、圧力測定が行われる。但し、この実施例の場合、大気圧においては、ダイアフラム12は図1に示すように透明電極21を覆う絶縁膜22に接触した状態となり、その接触面積が圧力に応じて変化する、タッチモード動作を行うようにしている。

【0016】図1では、一つの圧力センサを示しているが、実際の製造工程では、シリコンウェハ10に複数の圧力センサが同時に形成される。具体的にその製造工程を、一つの圧力センサに着目して、図2～図7を参照して説明する。図2～図7において、(a)は平面図であり、(b)はそのA-A'断面図である。

【0017】まず、図2に示すように、鏡面研磨されたガラス基板20に、透明電極21として酸化インジウム錫(ITO)膜をパターン形成する。ITO膜は、ITOターゲットを用い、20%酸素を含むアルゴン雰囲気中でRFスパッタにより成膜し、その後塩素を含むエッチャントでパターン形成する。透明電極21の大きさは、後に接合されるセンサ本体のダイアフラムより一回り大きいものとする。

【0018】次いで、図3に示すように、A1等の導体膜の成膜とエッチングにより、透明電極21に接続された引き出し電極23を形成する。続いて図4に示すように、透明電極21を覆う絶縁膜22として、基板と同じ材質のガラス膜をスパッタにより形成する。絶縁膜22には、引き出し電極23を露出させる開口をパターン形成する。更に絶縁膜22上には、図5に示すように、後に接合される圧力センサ本体1側の引き出し電極24をA1等の金属膜によりパターン形成する。

【0019】その後、図6に示すようにガラス基板20に、予め第1の凹部13がエッチング加工されたシリコンウェハ10を接合する。この接合は、陽極接合法、即ち真空中で加熱しながら、重ねた2枚の基板の表裏面から厚み方向の高電圧を印加する方法により行われる。なお、第1の凹部13は、深さ数μmであり、そのエッチング加工面は加工前と変わらない平滑性が保持される。この第1の凹部13の深さは、圧力測定の範囲に応じて決定されるもので、1～10μmの範囲で選択される。

【0020】最後に、図7に示すように、シリコンウェハ10をエッチングして、引き出し電極23、24を露出させる。またシリコンウェハ10の表面に、第1の凹部13に対向するように、第1の凹部13より一回り小さい第2の凹部14をエッチング加工する。このエッチングにより残される薄いシリコン部分がダイアフラム12であって、その厚みが3～10μm程度となるように、凹部14は深くエッチングされる。

【0021】以上説明したウェハ加工が終了した後、圧力センサは個々のチップに切斷分割される。通常はチップ分割後に、測定及び耐圧試験を行うのであるが、この

実施例ではウェハ段階で耐圧試験を行った。具体的にこの実施例の圧力センサを車のタイヤ空気圧測定に適用する場合、常用圧力は3〜7気圧であるが、センサチップはタイヤゴム内に封入して使用される。このため、タイヤゴム成形のための圧力30気圧に耐えることが要求される。この様な用途を想定して次のような耐圧試験を行った。即ち、圧力センサチップが1000個形成されている4インチシリコンウェハをステンレス容器に入れ、窒素ボンベからの高圧窒素ガスを圧力調整器を通して30気圧に減圧してこのステンレス容器に導入し、1時間保持する。

【0022】耐圧試験後、ステンレス容器内を1気圧に戻し、容器からウェハを取り出して、ガラス基板20側から倍率50倍の顕微鏡でダイアフラムを観察した。ガラス基板20と透明電極21を通してダイアフラム面を明瞭に観察でき、ダイアフラムエッジに発生した破損を確実に特定することができた。図8は、この実施例の圧力センサを基板側から顕微鏡観察したときの模式的な透視図を示している。透明電極21を通して、破線で示すダイアフラムエッジのなかの破損部31を明瞭に観察することができた。なお圧力センサの電気的特性については、ダイアフラムに対向する電極としてCr, Al, Pt, Au等の金属膜を用いた従来のものと同等であることも確認された。これは、この発明の圧力センサが静電容量式であるため、電極のインピーダンスが多少高くても、容量測定には殆ど影響がないためである。

【0023】この発明は、上記実施例に限られない。例えば実施例ではガラス基板を用いたが、透明樹脂等、他の各種透明材料の基板を用いることができる。また透明基板に形成する透明電極は、ITO膜の他、酸化鉛膜、酸化亜鉛膜その他の透明導電膜を用いることができる。

【0024】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、静電容量式の圧力センサ本体を保持する基板に透明基板を用い、且つダイアフラムに対向する電極に透明電極を用いることにより、基板裏面からの光学的観察によりダイアフラム破損等を検出することが可能になる。これにより、圧力センサをチップ分離する前に耐圧試験を行い、簡単にスクリーニングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例に用いられた圧力センサの構造を示す図である。

【図2】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

【図3】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

【図4】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

【図5】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

【図6】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

【図7】 同実施例の圧力センサの製造工程を示す図である。

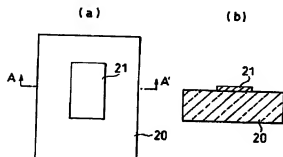
【図8】 同実施例の圧力センサの基板裏面からの顕微鏡観察による透視図である。

【図9】 従来の静電容量式圧力センサの断面構造を示す図である。

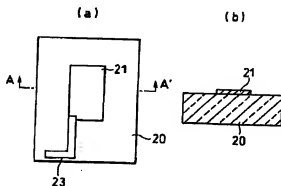
【符号の説明】

1…圧力センサ本体、10…シリコンウェハ、11…枠体部、12…ダイアフラム、13…第1の凹部、14…第2の凹部、20…ガラス基板、21…透明電極、22…絶縁膜、23、24…引き出し電極。

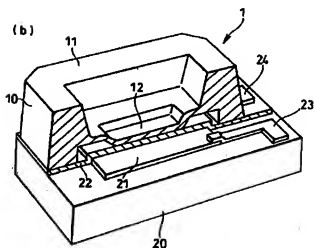
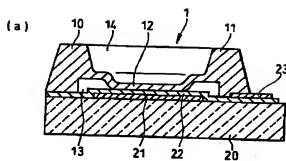
【図2】



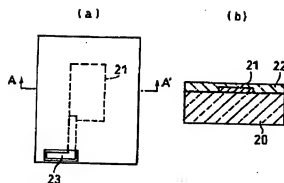
【図3】



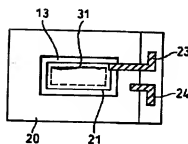
【図 1】



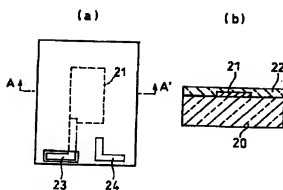
【図 4】



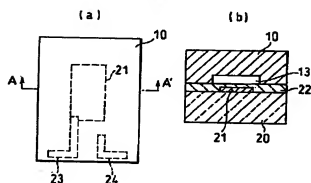
【図 8】



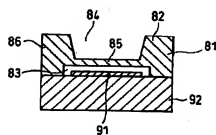
【図 5】



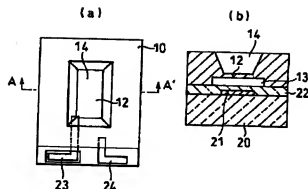
【図 6】



【図 9】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 西村 仁

東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号 株式会  
社フジクラ内

(72)発明者 鈴木 孝直

東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号 株式会  
社フジクラ内

(72)発明者 黒板 昭人

東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号 株式会  
社フジクラ内

F ターム(参考) 2F055 AA12 AA21 AA39 BB01 CC02  
DD05 EE25 FF49 GG01 GG12  
GG49 HH01

4M112 AA01 BA07 CA02 DA02 DA17

DA18-BA02-BA13-FA11

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-234977  
 (43)Date of publication of application : 29.08.2000

(51)Int.Cl.

G01L 9/12  
 G01L 27/00  
 H01L 29/84

(21)Application number : 11-037105

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 16.02.1999

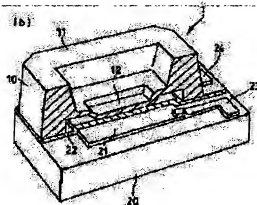
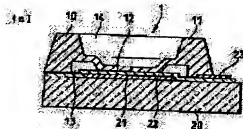
(72)Inventor : NAKAO SATORU  
 SATO MASAHIRO  
 NISHIMURA HITOSHI  
 SUZUKI TAKANAO  
 KUROSAKA AKITO

## (54) CAPACITANCE-TYPE SEMICONDUCTOR PRESSURE SENSOR AND ITS TEST METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a capacitance-type semiconductor pressure sensor in which the damage or the like of a diaphragm can be detected optically and easily.

SOLUTION: A pressure sensor body 1 is provided with a diaphragm 12 in which a first shallow recessed part is formed on one main face of a silicon wafer 10 by an etching and working operation and in which a second deep recessed part 14 is formed on the other main face by an etching and working operation. In addition, the pressure sensor body is provided with a frame body 11 which is continued to the diaphragm. The pressure sensor body 1 is bonded to a glass substrate 20 while the side of the recessed part 13 is faced downward. A transparent electrode 21 as an electrode facing the diaphragm 12 is formed on the glass substrate 20. The damage or the like of the diaphragm 12 after a pressure test is detected while it is observed under a microscope through the transparent electrode 21 from the rear of the glass substrate 20.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]